

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-187041

(P2000-187041A)

(43)公開日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマト(参考)

G 0 1 P 15/125

G 0 1 P 15/125

4M112

H 0 1 L 21/308

H 0 1 L 21/308

B 5F043

29/84

29/84

Z

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L

(全13頁)

(21)出願番号 特願平10-366827

(22)出願日 平成10年12月24日(1998.12.24)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 山口 靖雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 脇山 貴樹

兵庫県西宮市甲陽園東山町5番7号 有限会社レックス光学計器製作所内

(74)代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

最終頁に続く

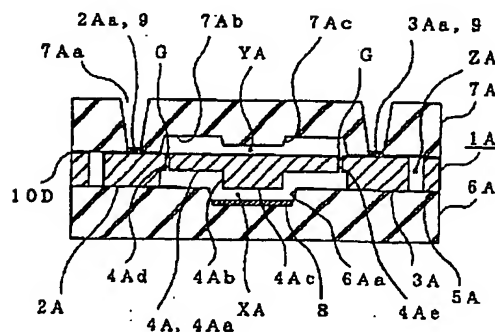
(54)【発明の名称】容量式加速度センサ及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 落下等により可動部が破損したり、加速度の測定ができなくなる恐れのない容量式加速度センサ及びその製造方法を得る。

【解決手段】 一对の固定電極2A、3Aと、これらの間に配設された質量体4Aa、梁(図示せず)及び該梁を介して質量体4Aaを可動可能に支持するアンカー

(図示せず)にて構成され可動電極4Aと、外枠5Aが形成されたシリコン基板1Aと、シリコン基板1Aの両主面に陽極接合された一对のガラス基板6A、7Aとを備え、質量体4Aaとガラス基板6A、7Aとの間にはそれぞれ隙間XA、YAが形成されており、質量体4Aaの両主面の少なくとも一方側における質量体4Aa及び一对のガラス基板6A、7Aの対向面の少なくとも一方に、これらの衝突を緩衝する緩衝材としてアルミニウム層8を蒸着させた。



1A:シリコン基板

2A、3A:固定電極

2Aa、3Aa:固定電極端子部

4A:可動電極

4Aa:質量体

4Ab:凸部

5A:外枠

6A、7A:ガラス基板

7Ac:凸部

8:アルミニウム層

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極と、該可動部にそれぞれ隙間を介して対向配設された一対の保護カバーとを備えた容量式加速度センサにおいて、前記一対の保護カバーの前記可動部との対向面の少なくとも一方、若しくは前記可動部の前記一対の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、前記可動部と前記保護カバーとの衝突を緩衝する緩衝材が被着されていることを特徴とする容量式加速度センサ。

【請求項2】 一対の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極と、該可動部にそれぞれ隙間を設けて対向配設された一対の保護カバーとを備えた容量式加速度センサにおいて、前記可動部は前記一対の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、該対向面側に突起した凸部が形成していることを特徴とする容量式加速度センサ。

【請求項3】 可動部は一対の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に突起した凸部が形成され、前記一対の保護カバーの少なくとも一方は前記可動部との対向面に前記可動部と前記保護カバーとの衝突を緩衝する緩衝材が被着され、該緩衝材はアルミニウム層であることを特徴とする請求項1記載の容量式加速度センサ。

【請求項4】 一対の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極と、該可動部にそれぞれ隙間を介して対向配設された一対の保護カバーとを備えた容量式加速度センサにおいて、前記一対の保護カバーの前記可動部との対向面の少なくとも一方、若しくは前記可動部の前記一対の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、前記一対の保護カバーと前記可動部との対向面の付着を防止する付着防止手段を有することを特徴とする容量式加速度センサ。

【請求項5】 付着防止手段は保護カバーの表面に被着された前記保護カバーの材質と異なる異種材質膜からなることを特徴とする請求項4記載の容量式加速度センサ。

【請求項6】 付着防止手段は保護カバーの表面を非鏡面に形成したものであることを特徴とする請求項4記載の容量式加速度センサ。

【請求項7】 一対の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極と、該可動部にそれぞれ隙間を介して対向配設された一対の保護カバーとを備えた容量式加速度センサにおいて、前記可動部は、該可動部における前記固定電極との対向面を除いて少なくとも一部がくり抜かれた凹部を有することを特徴とする容量式加速度センサ。

【請求項8】 一対の保護カバーはガラス基板にて形成され、固定電極及び可動部はシリコン基板にて形成され、一対の前記ガラス基板と前記シリコン基板とは陽極接合されていることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の容量式加速度センサ。

【請求項9】 一対の固定電極と該一対の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極とが形成されたシリコン基板の両主面に第1及び第2のガラス基板がそれぞれ対向配設された容量式加速度センサの製造方法において、前記シリコン基板の一面に対して選択的に異方性エッチングを行い、前記一対の固定電極と可動部を含む可動電極の形成予定領域におけるこれらの境界に細溝を形成し、前記細溝の形成面と前記第1のガラス基板とを陽極接合して一体化した後、前記シリコン基板の露出したもう一方の主面に対して選択的に異方性エッチングを行い、所定深さの凹部を形成し、該凹部と前記細溝とを連通させて前記一対の固定電極と前記可動部とを分離形成する工程を有することを特徴とする容量式加速度センサの製造方法。

【請求項10】 一対の固定電極と該一対の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極とが形成されたシリコン基板の両主面に第1及び第2のガラス基板がそれぞれ対向配設された容量式加速度センサの製造方法において、前記シリコン基板の結晶方位が(110)である一方の主面に対して結晶方位が(111)の面に沿って選択的に異方性エッチングを行って所定深さの凹部を形成するに際し、濃度32重量%以上の水酸化カリウム水溶液を用いてウエットエッチングを行い、前記凹部の周縁の側壁に傾斜面を形成する工程と、該工程の前工程若しくは後工程として、前記シリコン基板の他方の主面に対して選択的に異方性エッチングを行って細溝を形成する工程とを有し、前記細溝と前記傾斜面とを連通させて前記一対の固定電極と前記可動部とを分離形成することを特徴とする容量式加速度センサの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、一対の固定電極とこれらの間に配設された可動部を有する可動電極とを一対の絶縁性保護カバーにより密封した容量式加速度センサ及びその製造方法に関し、特に、前記可動部と前記一対の絶縁性保護カバーとの衝突の衝撃緩和に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】容量式加速度センサは、加速度センシング部をシリコン基板内に形成し、該シリコン基板をガラス基板でサンドイッチ状に挟み込んだ構造を為し、半導体微細加工技術を用いて製造するため、均一な品質で、安価、大量に製造可能であり、近年、自動車用のエアバッグセンサ等の加速度検出素子として広く用いられるようになった。

【0003】図10は、従来の容量式加速度センサにおける加速度センシング部を示す平面図、図11は図10におけるA-A断面を示す模式図である。図において、1はシリコン基板であり、シリコンウエハの異方性エッチングによって固定電極2、3及び可動電極4からなる

加速度センシング部と外枠5とが形成されている。6、7はシリコン基板1の両主面にそれぞれ固着された一对の保護カバーとしてのガラス基板であり、シリコン基板1とは陽極接合されている。

【0004】固定電極2は固定電極端子部2aを、固定電極3は固定電極端子部3aを備えている。そして、可動電極4は、固定電極2、3の間に配設された可動部としての質量体4aと、アンカーとしての可動電極端子部4bと、質量体4aと可動電極端子部4b間を接続する梁4cとを備え、質量体4aは固定電極2、3とそれぞれ隙間Gを介して対向している。そして、外枠5はGND端子部5aを備え、固定電極2、3及び可動電極4を取囲むように形成されている。また、質量体4aとガラス基板6との対向面間には、シリコン基板1のエッチングにより隙間Xが形成されている。

【0005】そして、ガラス基板7には、固定電極端子部2a、3a、可動電極端子部4b及びGND端子部5aを外周接続可能にスルーホール7aがそれぞれ形成され、各スルーホール7aから覗く固定電極端子部2a、3a、可動電極端子部4b及びGND端子部5aの位置にアルミニウム膜9が蒸着されていると共に、質量体4aとの対向面に凹部7bが形成され、隙間Yが形成されている。さらに、固定電極2、3及び可動電極4と外枠5との間には空隙Zが形成され、固定電極2、3及び可動電極4が、ガラス基板6、7と外枠5とにより密封保護されると共に、質量体4aが梁4cを介してガラス基板6、7とシリコン基板1との接合面に平行に変位可能に支持されている。

【0006】なお、シリコン基板1は、その厚さに比べて固定電極2、3と質量体4aとの隙間Gの幅や質量体4aの梁4cの幅が極めて小さなハイアスペクト比の構造が得られるように、その両主面を単結晶シリコンウエハの結晶方位が(110)の面と一致させ、この結晶面に対して垂直となる結晶方位が(111)の面に沿ってウェットエッチングされており、従って、図10から明らかなように、加速度センシング部の平面形状は鋭角が約70度、鈍角が約110度の平行四辺形を為す。なお、10は、シリコン基板1上に隙間G等を形成するに際し、シリコン基板1に被着された酸化珪素膜からなるマスクにおける、シリコン基板1とガラス基板6との間に挟まれ、除去工程において除去されずに残った部分である。

【0007】次に、この容量式加速度センサにおける加速度センシング部の動作について説明する。この加速度センシング部は、アンカーとしての可動電極端子部4bに梁4cを介して変位自在に支持された質量体4aをセンシング部の質量とし、所定幅の隙間Gを介して対向する固定電極2、3と可動電極4との対向面をセンシング部の容量Cの対向電極として利用している。

【0008】このセンシング部に、質量体4aの変位可

能方向と一致する方向に加速度が加わると、質量体4aの変位により隙間Gの寸法が変化し、前記容量Cが前記加速度の大小に応じて変化するので、この容量Cの変化を計測することによりセンシング部が受けた加速度を外付けの加速度演算手段(図示せず)により演算する。この容量Cの変化を利用した容量式加速度センサは、質量体4aの変位可能方向と一致する方向の加速度測定を可能とし、実用に供される。

【0009】なお、梁4cの幅はその厚さに比較して狭く、質量体4aの変位可能方向に直交するガラス基板6、7側へは変位し難い構造を為すが、例えば落下等により大きな衝撃を受けた場合には、質量体4aがガラス基板6、7の対向面に衝突して破損したり、また、シリコン基板1とガラス基板6、7の陽極接合に際して、その電圧印加時に、質量体4aがガラス基板6、7の何れかに吸着され、電圧印加を止めた後においても、これらの対向面が付着して離れず、加速度の測定ができなくなる恐れがあった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の容量式加速度センサは、以上のように構成されているので、例えば、落下等により、質量体4aがガラス基板6、7の対向面に衝突して破損する恐れがあるという問題点があった。さらに、シリコン基板1とガラス基板6、7の陽極接合に際し、質量体4aとガラス基板6、7との対向面が付着して離れず、動作不良により加速度の測定ができなくなる恐れがあるという問題点があった。

【0011】この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたものであり、落下等により可動部が破損したり、該可動部が保護カバーの対向面に付着して離れず、動作不良により加速度の測定ができなくなる恐れのない容量式加速度センサ及びその製造方法を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係わる容量式加速度センサは、一对の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極と、該可動部にそれぞれ隙間を介して対向配設された一对の保護カバーとを備えた容量式加速度センサにおいて、前記一对の保護カバーの前記可動部との対向面の少なくとも一方、若しくは前記可動部の前記一对の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、前記可動部と前記保護カバーとの衝突を緩衝する緩衝材が被着されているものである。

【0013】第2の発明に係わる容量式加速度センサは、一对の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極と、該可動部にそれぞれ間隙を設けて対向配設された一对の保護カバーとを備えた容量式加速度センサにおいて、前記可動部における前記一对の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、該対向面側に突起した凸部が形成されたものである。

【0014】第3の発明に係わる容量式加速度センサは、第1の発明に係わる容量式加速度センサにおいて、可動部における一对の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に突起した凸部が形成され、前記一对の保護カバーの少なくとも一方が前記可動部との対向面に前記可動部と前記保護カバーとの衝突を緩衝する緩衝材を被着され、該緩衝材がアルミニウム層であるものである。

【0015】第4の発明に係わる容量式加速度センサは、一对の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極と、該可動部にそれぞれ隙間を介して対向配設された一对の保護カバーとを備えた容量式加速度センサにおいて、前記一对の保護カバーの前記可動部との対向面の少なくとも一方、若しくは前記可動部の前記一对の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、前記一对の保護カバーと前記可動部との対向面の付着を防止する付着防止手段を有するものである。

【0016】第5の発明に係わる容量式加速度センサは、第4の発明に係わる容量式加速度センサにおいて、付着防止手段が保護カバーの表面に被着された前記保護カバーの材質と異なる異種材質膜からなるものである。

【0017】第6の発明に係わる容量式加速度センサは、第4の発明に係わる容量式加速度センサにおいて、付着防止手段が保護カバーの表面を非鏡面に形成したものである。

【0018】第7の発明に係わる容量式加速度センサは、一对の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極と、該可動部にそれぞれ隙間を介して対向配設された一对の保護カバーとを備えた容量式加速度センサにおいて、前記可動部が、該可動部における前記固定電極との対向面を除いて少なくとも一部がくり抜かれた凹部を有するものである。

【0019】第8の発明に係わる容量式加速度センサは、第1の発明乃至第7の発明のいずれかに係わる容量式加速度センサにおいて、一对の保護カバーがガラス基板にて形成され、固定電極及び可動部がシリコン基板にて形成され、一对の前記ガラス基板と前記シリコン基板とが陽極接合されているものである。

【0020】第9の発明に係わる容量式加速度センサの製造方法は、一对の固定電極と該一对の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極とが形成されたシリコン基板の両主面に第1及び第2のガラス基板がそれぞれ対向配設された容量式加速度センサの製造方法において、前記シリコン基板の一主面に対して選択的に異方性エッチングを行い、前記一对の固定電極と可動部を含む可動電極の形成予定領域におけるこれらの境界に細溝を形成し、前記細溝の形成面と前記第1のガラス基板とを陽極接合して一体化した後、前記シリコン基板の露出したもう一方の主面に対して選択的に異方性エッチングを行い、所定深さの凹部を形成し、該凹部と前記細溝とを連通させて前記一对の固定電極と前記可動部とを分離形

成する工程を有する方法である。

【0021】第10の発明に係る容量式加速度センサの製造方法は、一对の固定電極と該一对の固定電極間に配設された可動部を有する可動電極とが形成されたシリコン基板の両主面に第1及び第2のガラス基板がそれぞれ対向配設された容量式加速度センサの製造方法において、前記シリコン基板の結晶方位が(110)である一方の主面に対して結晶方位が(111)の面に沿って選択的に異方性エッチングを行って所定深さの凹部を形成するに際し、濃度32重量%以上の水酸化カリウム水溶液を用いてウェットエッチングを行い、前記凹部の周縁の側壁に傾斜面を形成する工程と、該工程の前工程若しくは後工程として、前記シリコン基板の他方の主面に対して選択的に異方性エッチングを行って細溝を形成する工程とを有し、前記細溝と前記傾斜面とを連通させて前記一对の固定電極と前記可動部とを分離形成する方法である。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】実施の形態1. この発明の実施の形態1を図1から図3に基づき説明する。図1は容量式加速度センサの断面を示す模式図、図2は容量式加速度センサのガラス基板の製造方法の説明用模式図、図3は容量式加速度センサの製造方法の説明用模式図である。図中、従来例と同じ符号で示されたものは従来例のそれと同一若しくは同等なものを示す。尚、容量式加速度センサにおける平面図は図10に示した従来例とほぼ同じであり、図示を省略する。

【0023】図1において、1Aは厚さ約140 $\mu$ mのシリコン基板であり、エッチングによって固定電極2A、3A及び可動電極4Aからなる加速度センシング部と外枠5Aとが形成されている。6A、7Aはシリコン基板1Aの両主面にそれぞれ陽極接合された保護カバーとしての熱膨張係数がシリコンに近い厚さ約400 $\mu$ mの珪酸系の耐熱性のガラス基板である。

【0024】固定電極2Aは固定電極端子部2Aaを、固定電極3Aは固定電極端子部3Aaを備えている。また、可動電極4Aは固定電極2Aと固定電極3Aとの間に配設された可動部としての質量体4Aa、アンカーとしての可動電極端子部（図示せず）、及び質量体4Aaと前記可動電極端子部とを接続する梁（図示せず）にて形成されている。そして、固定電極2A、3A及び前記可動電極端子部がガラス基板6A、7Aに接合固着されると共に質量体4Aaが前記梁を介して変位可能に支持され、かつ、外枠5Aとガラス基板6A、7Aとにより固定電極2A、3A及び可動電極4Aを密封保護している。

【0025】質量体4Aaはガラス基板6A側に突起した凸部4Abを有し、質量体4Aaの断面形状がT字状を為す。そして、凸部4Abの先端部にはガラス基板6Aとの対向面4Acが形成されており、質量体4Aaが

10

20

30

40

50

ガラス基板6A側へ変位した場合には、凸部4Abの対向面4Acがガラス基板6Aに当接し、質量体4Aaの変位を規制する。

【0026】即ち、質量体4Aaを支持する前記梁は、その幅がその厚さに比較して狭く、質量体4Aaはガラス基板6A、7A側へは変位し難い構造を為すが、落下等の大きな衝撃を受けるとガラス基板6A、7A側へ変位してこれらと衝突する恐れがあり、この変位量が大きいと受ける衝撃も大きく、前記梁若しくは質量体4Aaが破損する恐れがある。それゆえ、質量体4Aaにガラス基板6A側に突起した凸部4Abを形成し、該凸部4Abに、そのガラス基板6A側への変位を規制するストッパとしての役割を持たせた。

【0027】さらに、ガラス基板6Aには、質量体4Aaの凸部4Abとの対向面に深さ約15 $\mu$ mの凹部6Aaが形成され、凹部6Aaの底面には、凸部4Abとの衝突による衝撃を緩衝するための緩衝材としての厚さ約5 $\mu$ mのアルミニウム層8が蒸着により被着されている。

【0028】なお、質量体4Aaは、固定電極2Aとの対向面4Ad、3Aとの対向面4Aeを備え、この対向面4Ad、4Aeは、その長さが約3000 $\mu$ m、厚さが約50 $\mu$ m、隙間Gの幅が約5 $\mu$ mの細長いスリット状を為す。

【0029】また、ガラス基板7Aには、固定電極端子部2Aa、3Aa、可動電極端子部（図示せず）、外枠5AのGND端子部（図示せず）の位置にスルーホール7Aaがそれぞれ形成されており、各スルーホール7Aaから覗く固定電極端子部2Aa、3Aa、前記可動電極端子部、外枠5Aの前記GND端子部に外部接続可能にアルミニウム膜9が蒸着されている。さらに、ガラス基板7Aには、質量体4Aaとの対向面に深さ約20 $\mu$ mの凹部7Abが形成され、かつ、凹部7Abの中央部に厚さ約10 $\mu$ mの凸部7Acが形成されている。

【0030】即ち、質量体4Aaの凸部4Abとガラス基板6Aの凹部6Aaに被着されたアルミニウム層8との間には約10 $\mu$ m幅の隙間XAが形成され、質量体4Aaとガラス基板7Aの凸部7Acとの間にも約10 $\mu$ m幅の隙間YAが形成されている。なお、固定電極2A、3A及び可動電極4Aと外枠5Aとの間に空隙ZAが形成されている。

【0031】次に、図1に示した加速度センサの製造方法について図2、図3を用いて説明する。図2Aは完成したガラス基板6Aの断面を示す図であり、厚さ約400 $\mu$ mのガラス基板6Aの一方の主面に、選択的にサンドブラストを行って深さ約15 $\mu$ mの凹部6Aaを形成し、次に、凹部6Aaに約5 $\mu$ mのアルミニウム層8を蒸着した後、凹部6Aa周辺の余分なアルミニウム層を除去してガラス基板6Aができあがる。

【0032】図2Bから図2Eはガラス基板7Aの製造

方法を示すものである。まず、図2Bに示すように、厚さ約400 $\mu$ mのガラス基板7Aの一方の主面における質量体（図1における4Aa）との対向面を除いてレジスト膜からなるマスク10Aを設け、サンドブラストにより深さ約10 $\mu$ mの凹部7Abを形成する。次に、図2Cに示すように、凹部7Abの中央部にレジスト膜からなるマスク10Bを設け、さらにサンドブラストにより凹部7Abの前記主面からの深さを約20 $\mu$ mとし、凹部7Abの中央部に高さ10 $\mu$ mの凸部7Acを形成する。

【0033】さらに、図2Dに示すように、ガラス基板7Aのもう一方の主面にレジスト膜からなるマスク10Cを設け、一对の固定電極端子部（図示せず）、可動電極端子部（図示せず）、枠体の端子部（図示せず）に対応する位置に、サンドブラストによりスルーホール7Aaをそれぞれ形成し、図2Eに示すとき形状のガラス基板7Aができあがる。

【0034】次に、図3Fに示すように、両面が鏡面研磨された厚さ約250 $\mu$ mのウエハ状のシリコン基板1Aの一方の面に二酸化珪素膜からなるマスク10Dを形成し、深さ約50 $\mu$ mの細溝1Aa及び溝1Abを選択的に異方性エッチングにより形成する。

【0035】即ち、シリコン基板1Aを形成する半導体ウエハは、その主表面の結晶方位が（110）のシリコンウエハであり、この表面に二酸化珪素膜からなるマスク10Dを形成し、例えば、濃度約20重量%の水酸化カリウム水溶液のごとき異方性エッチング液を用いて、結晶方位が（111）の面に沿って異方性エッチングを行い、細溝1Aa及び溝1Abを形成する。この時、細溝1Aaの深さが約50 $\mu$ mとなるようにウエットエッチングを行うが、同時形成される溝1Abの開口幅が細溝1Aaの開口幅に比べて格段に広いので、必然的に細溝1Aaよりも相当に深く形成される。

【0036】なお、単結晶シリコンウエハの結晶方位が（110）の面に対して垂直となる結晶方位が（111）の面に沿ってエッチングするので、溝の深さdに比べて溝幅wが極めて小さくなるようなハイアスペクト比（例えば、 $w/d < 0.05$ ）の細溝1Aaが形成される。

【0037】次に、図3Gに示すように、ガラス基板7Aの凹部7Abを形成した面と、シリコン基板1Aの細溝1Aa、溝1Abを形成した面とを密着させてこれらを陽極接合により接合する。即ち、ウエハ状のシリコン基板1Aとガラス基板7Aとを位置合せして密着させ、不活性雰囲気中で、例えば350℃から450℃程度の高温に保持した状態で、ガラス基板7A側が負極

（一）、シリコン基板1Aの裏面が正極（+）になるように、例えば、200Vから1000V程度の直流電圧を加え、数分から数時間保持した後に冷却する。この結果、シリコン基板1Aとガラス基板7Aとの接触部分が

10

20

30

40

50

原子間接合されて一体となる。

【0038】なお、マスク10Dとして二酸化珪素膜が1 $\mu$ m程度であれば、これを挟んだ状態であってもガラス基板7Aとシリコン基板1Aとの陽極接合が可能であるので、前記接合に際し、マスク10Dを被着したまま陽極接合する。次に、ガラス基板7Aと一体化されたシリコン基板1Aは、その約250 $\mu$ mの厚さの表面をラップオフ（研削）して約140 $\mu$ mの厚さに、即ち、前工程で形成した溝1Abが露出しない程度の厚さに仕上げる。

【0039】次に、図3Hに示すように、ガラス基板7Aと一体化されたシリコン基板1Aの表面に、比較的低温で被着可能な窒化珪素膜からなるマスク10Eを設けて選択的にシリコン異方性エッチングを行い、質量体4Aaの固定電極2A、3Aとの対向面近傍、即ち、隙間Gの部分の厚さが約50 $\mu$ mの厚さに形成されるように、深さ約90 $\mu$ mの凹部1Acを、その中央部に凸部1Adを残すように形成すると共に、溝1Aeを形成し、凹部1Acと先に形成した細溝1Aaとを連通させることにより隙間Gを、溝1Aeと先に形成した溝1Abとを連通させることにより空隙ZAを形成し、シリコン基板1Aを固定電極2A、3A、凸部4Abを有する質量体4Aa、及び外枠5A等に分離する。

【0040】なお、シリコン基板1Aの素材として、厚さ約250 $\mu$ mのシリコンウエハを用いた理由はハンドリングの容易さからであり、ガラス基板7Aと一体化後のシリコン基板1Aをラップオフして薄形化を図った理由は、ガラス基板7Aが約400 $\mu$ mの厚さを有し、ハンドリング上の問題がないので、厚さ約50 $\mu$ mの質量体4Aaを形成するに際し、凹部1Acのエッチング深さをできるだけ浅くするためである。

【0041】次に、ガラス基板7Aと一体化されたシリコン基板1Aの露出したマスク10D、10Eを溶解除去した後、図3Iに示すように、シリコン基板1Aの表面にガラス基板6Aの凹部6Aaが形成され、アルミニウム層8が被着された面を密着させて陽極接合する。即ち、シリコン基板1Aとガラス基板7Aとの陽極接合の場合とほぼ同じ環境下で、ガラス基板7Aの側が負極（-）、ガラス基板6Aの側が正極（+）になるように直流電圧を印加して直接接合する。次に、図1に示すごとく、シリコン基板1Aにおけるガラス基板7Aの各スルーホール7Aaから覗ける位置の表面に厚さ約3 $\mu$ mのアルミニウム薄膜9を被着し、加速度センサが完成する。

【0042】上記、図3に示した製造方法の特徴は、シリコン基板1Aの一方の主面における固定電極2A、3Aと質量体4Aaとを分離する隙間Gを形成するに際して、図3Fに示すごとく、シリコン基板1Aがガラス基板7Aとの陽極接合前であるので、細溝1Aaを形成するためのマスク10Dとして、1000℃以上の高温処

理を要するがシリコン基板1Aの表面に対して密着性が極めて優れた二酸化珪素膜を形成でき、水酸化カリウム水溶液を用いたウェットエッチングにおいて、このエッチング液がシリコン基板1Aと前記二酸化珪素膜との接合面の間に浸入することがなく、極めて優れたハイアスペクト比の隙間Gが得られる。

【0043】以上のようにして得られた質量体4Aaをセンシング部の可動部質量とし、隙間Gで対向する固定電極2A、3Aと質量体4Aaにおける固定電極2A、3Aとの対向面4Ad、4Aeとがセンシング部の容量Cの対向電極として利用され、この対向電極の容量Cの変化の測定により質量体4Aaの変位可能方向に加わる加速度を測定する。

【0044】実施の形態2. この発明の実施の形態2を図4、図5に基づき説明する。図4は容量式加速度センサの断面を示す模式図、図5は容量式加速度センサの製造方法の説明用模式図である。なお、図4に示した容量式加速度センサとは、後述するその製造方法が異なり、シリコン基板1Aが厚さ約70 $\mu$ mに形成され、ガラス基板6Aの凹部6Aaに設けられた緩衝材として金/クロム層8Aが形成された点を除いて、即ち、凹部6Aaにクロム層を被着し、その上に金層を被着した点を除いて図1に示したものと同一構造であり、図4に示した構造の説明を省略する。なお、10Fはシリコン基板1Aの主面に被着した後述のマスクである。

【0045】次に、図5Jから図5Mに基づき、図4に示した加速度センサの製造方法を説明する。図3に示した実施の形態1の製造方法とは、シリコン基板1Aに対する細溝1Aa、溝1Abを形成する工程と、凹部1Ac、溝1Aeを形成する工程の順序が逆になっている点が必要な相違点であり、その他の工程は図3に示した製造方法とほぼ同じである。

【0046】即ち、図5Jに示すように、厚さ約250 $\mu$ mのシリコン基板1Aの一方の面に二酸化珪素膜からなるマスク10Fを設けてエッチングにより、中央部に凸部1Adを残すように厚さ約20 $\mu$ mの凹部1Acと溝1Aeとを形成し、図5Kに示すように、凹部1Acの形成面にマスク10Fを再被着し、ガラス基板6Aにおける凹部6Aaが形成され、金/クロム層8Aが被着された面と、シリコン基板1Aの凹部1Acの形成面とを密着させて陽極接合により一体化後、シリコン基板1Aの表面をラップオフして約70 $\mu$ mの厚さに仕上げる。

【0047】次に、図5Lに示すように、シリコン基板1Aの表面に比較的低温で形成可能な窒化珪素膜からなるマスク10Gを設けて選択的にシリコン異方性エッチングを行って細溝1Aa、溝1Abを形成し、これらと先に形成した凹部1Ac、溝1Aeとをそれぞれ連通させて隙間G、空隙ZAを形成する。

10

20

30

40

50

【0048】次に、ガラス基板6Aと一体化されたシリコン基板1Aの露出したマスク10F、10Gを溶解除去した後、図5Mに示すように、シリコン基板1Aの主面とガラス基板7Aにおける凹部7Abの形成面と密着させて陽極接合し、シリコン基板1Aにおけるガラス基板7Aのスルーホール7Aaから覗ける位置に厚さ約3 $\mu$ mのアルミニウム薄膜9を被着して図4に示すとき加速度センサが完成する。

【0049】上記、図5に示した製造方法によれば、細溝1Aaを形成するためのマスク10Gとして、シリコン基板1Aがガラス基板6Aと陽極接合された後であるので、比較的低温で形成可能な窒化珪素膜を形成する。なお、細溝1Aaを形成するためのエッチングが最後のウェットエッチングとなるため、形成済の細溝1Aaが後工程のエッチング液に暴露されて変形する恐れがなく、処理工程が簡単となる。

【0050】さらに、最初のウェットエッチングにより形成される凹部1Ac、溝1Aeはそのエッチング深さに対して十分に幅広の開口幅のため、同時エッチングによりほぼ同じ深さに形成できる。従って、厚さ約50 $\mu$ mの質量体4Aaを形成するために、ガラス基板6Aと一体化されたシリコン基板1Aを、凹部1Ac及び溝1Aeを約20 $\mu$ mの深さに形成後、約70 $\mu$ mの厚さにラップオフし、凸部4Abの厚さが約20 $\mu$ mの極めて軽量の質量体4Aaが得られた。

【0051】しかし、図5に示した製造方法の場合において、ガラス基板6Aの凹部6Aaに設けられた緩衝材層が後工程のエッチング液に暴露されるので、アルミニウム層8では前記エッチング液の暴露に耐えられないので、エッチング液に対する耐性の優れた金/クロム層8A等を選定する必要がある。

【0052】なお、図5に示した実施の形態2による製造方法において、ガラス基板6Aと一体化前のシリコン基板1Aの両主面に、二酸化珪素膜を形成しておき、ガラス基板6Aと一体化後においてラップオフを行わず、形成済の前記二酸化珪素膜をマスクとして利用して隙間Gを形成すれば、図3に示した製造方法の場合と同様なハイアスペクト比の隙間Gを得ることができる。

【0053】しかし、シリコン基板1Aとして厚さ約250 $\mu$ mのシリコンウエハを用いると、厚さ約50 $\mu$ mの質量体4Aaを得るために、深さ約200 $\mu$ mの凹部1Ac及び溝1Aeの形成を要するので、厚さ70 $\mu$ m以上、かつ、ハンドリング上許容される範囲で、できるだけ薄いシリコンウエハを選定する。

【0054】以上のように、実施の形態1若しくは実施の形態2としての容量式加速度センサは、実用に供される前の取扱の不注意により、例えば、落下により大きな衝撃が加わり、質量体4Aaが図面上の上下方向、即ち、シリコン基板1A面に垂直な方向に急峻に変位してガラス基板6A、7Aの対向面に衝突しても、ガラス基

板6Aにおける質量体4Aaと約10 $\mu$ mの隙間を介して対向する対向面に緩衝材としてのアルミニウム層8若しくは金/クロム層8Aが被着されており、衝撃が緩衝されるので衝突による破損の恐れが極めて少ない。

【0055】なお、実施の形態1若しくは実施の形態2としての容量式加速度センサは、緩衝材としてのアルミニウム層8若しくは金/クロム層8Aをガラス基板6Aの凹部6Aaに被着させたが、前記緩衝材の被着位置はガラス基板6Aの凹部6Aaに限定されるものではなく、ガラス基板7Aの凸部7Acに形成しても同様な耐衝撃効果が得られる。また、質量体4Aaの凸部4Abにおけるガラス基板6Aとの対向面4Ac及び質量体4Aaにおけるガラス基板7Aとの対向面の少なくとも何れかに形成しても耐衝撃効果が得られる。

【0056】特に、ガラス基板6Aの凹部6Aaに被着すると共に、ガラス基板7Aの凸部7Acにおける質量体4Aaとの対向面7Adにも被着すれば、より確実な緩衝効果が得られる。

【0057】実施の形態3。この発明の実施の形態3を図6に基づき説明する。図6は容量式加速度センサの断面を示す模式図である。図6において、11はガラス基板7Aの凸部7Acにおける可動電極4Aの質量体4Aaとの対向面に設けられた付着防止手段としての窒化珪素膜である。なお、図6に示した容量式加速度センサは、ガラス基板7Aに付着防止手段としての窒化珪素膜11が被着された点を除き、図1に示した容量式加速度センサと同じものであり、構造の説明を省略する。

【0058】ガラス基板7Aの凸部7Acに被着した窒化珪素膜11は約1 $\mu$ mの厚さを有し、シリコン基板1Aとガラス基板7Aとの陽極接合に際し、高温に暴露された状態で、鏡面仕上げされている質量体4Aaがガラス基板7Aに吸着されても、窒化珪素膜11の存在により質量体4Aaとガラス基板7Aとが化学的に接合される現象を防止でき、その復元力で容易に離れ、これらが付着したまま離れずに動作不良となり、加速度の測定ができなくなるトラブルを防止できる。

【0059】なお、図6に示した実施の形態3においては、付着防止手段としての窒化珪素膜11をガラス基板7Aの凸部7Acに被着したが、窒化珪素膜11の被着位置はガラス基板7Aの凸部7Acに限定されるものではなく、質量体4Aaにおけるガラス基板7Aとの対向面に形成しても、即ち、質量体4Aaとガラス基板6A若しくはガラス基板7Aの対向面のうち、陽極接合に際し、吸着される可能性のある側における対向面の何れかに形成しても相応の付着防止効果が得られる。

【0060】また、付着防止手段としての素材材質は窒化珪素膜11に限定する必要はなく、ガラス基板6A、7Aと異質材料の薄膜であればよく、例えば、緩衝材としてのアルミニウム層8や金/クロム層8A等でも付着防止効果が得られる。

10

20

30

40

50

【0061】実施の形態4. この発明の実施の形態4を  
図7から図9に基づき説明する。図7は容量式加速  
度センサの断面を示す模式図であり、図8、図9は容量式加  
速度センサの製造方法の説明用模式図である。図7にお  
いて、1Bはシリコン基板であり、エッチングによって  
固定電極2B、3B、可動電極4Bからなる加速度セン  
シング部及び外枠5Bが形成されており、シリコン基板  
1Bの両主面には、熱膨張係数がシリコンに近い硼珪酸  
系の耐熱ガラス製のガラス基板6、7Bが陽極接合され  
ている。

【0062】そして、固定電極2Bは固定電極端子部2  
Baを、固定電極3Bは固定電極端子部3Baを備えて  
おり、可動電極4Bは固定電極2Bと固定電極3Bとの  
間に配設された可動部としての質量体4Ba、アンカー  
としての可動電極端子部（図示せず）及び前記可動電極  
端子部と質量体4Baとを接続する梁（図示せず）から  
なり、質量体4Baはガラス基板6との対向面に凹部4  
Bbが形成されている。また、ガラス基板7Bは、その  
凸部7Bcの表面に質量体4Baとの付着を防止する付  
着防止手段として、凸部7Bcに粗いサンドによるサンド  
ブラストにより非鏡面としての凹凸面7Bdが形成され  
ている。

【0063】図1、図4、図6にそれぞれ示した実施の  
形態1から実施の形態3のものとの大きな相違点は、質  
量体4Baのガラス基板6との対向面側に凹部4Bbが  
形成され、該凹部4Bbは底面が平面状で、周縁部4B  
cが傾斜面を為し、この傾斜面に隙間Gが開いている  
点にある。この結果として、質量体4Baは、その中央  
部がくり抜かれた形状をなし、対向面4Bd、4Beの  
面積比質量を軽量化したものが得られた。

【0064】さらに、ガラス基板7Bの凸部7Bcの表  
面に、非鏡面である目の荒い凹凸面7Bdが形成されて  
いる点が、図6に示したガラス基板7Aと異なる。凹凸  
面7Bdは、図6に示したガラス基板7Aの付着防止手  
段として窒化珪素膜11と同じく、質量体4Baとの付  
着防止手段として役割を有する。

【0065】次に、図7に示した容量式加速度センサの  
製造方法について図8に基づき説明する。図8Nに示し  
たシリコン基板1Bとガラス基板7Bとを一体に接合し  
たものを製造する工程、即ち、両面が鏡面研磨された厚  
さ約250 $\mu$ mの結晶方位が(110)であるウエハ状  
のシリコン基板1Bの一方の面に細溝1Ba、溝1Bb  
を形成し、さらに、ガラス基板7Bの凹部7Bb形成面  
とシリコン基板1Bの細溝1Ba、溝1Bb形成面とを  
マスク10Dを残したまま陽極接合により一体化し、シ  
リコン基板1Bの露出した面を所定の厚さにラップオフ  
する工程は、図3に示した実施の形態1としての容量式  
加速度センサの製造方法と同じである。

【0066】まず、図8Oに示すように、ガラス基板7  
Bと一体化されたシリコン基板1Bの表面に窒化珪素の

マスク10Hを被着し、濃度約32重量%以上の水酸化  
カリウム水溶液を用いて選択的にシリコン異方性エッチ  
ングを行って所定の厚さの凹部1Bc、溝1Bdを形成  
し、先に形成した細溝1Ba、溝1Bbとそれぞれ連通  
させることにより、隙間G、空隙2Bを形成する。

【0067】この製造方法の特徴は、凹部1Bcを形成  
するに際して、異方性エッチング液として濃度約32重  
量%以上の水酸化カリウム水溶液を用いて異方性エッチ  
ングを行う点にある。即ち、結晶方位が(110)のシ  
リコンウエハに対して、濃度約32重量%以上の水酸化  
カリウム水溶液を用いて結晶方位が(111)の面に沿  
って異方性エッチングを行う。この結果、図8Pに拡大  
して示すごとく、凹部1Bcの断面形状は、その周縁壁  
が垂直状、底面が平面状を為し、前記周縁壁と前記底面  
とが接する端部に傾斜面1Beが形成される。そして、  
傾斜面1Beと先のエッチング工程で形成した細溝1B  
aとが交差して連通し、隙間Gが形成される。

【0068】以下、図3に示した実施の形態1の場合と  
同様な製造工程を経て、図7に示すごとく、固定電極2  
B、3Bとの対向面比質量を大幅に軽減した質量体4B  
aを備えた容量式加速度センサを完成する。

【0069】図8に示した製造方法は、図3に示した実  
施の形態1の製造方法と同じく、シリコン基板1Bに隙  
間Gを形成するに際して、ガラス基板7Bとの陽極接合  
前に細溝1Baを形成するので、密着性が極めて優れた  
二酸化珪素膜からなるマスク10Dを形成でき、エッチ  
ング液がシリコン基板1Bと前記二酸化珪素膜との接合  
面に浸入しないので、優れたハイアスペクト比の隙間G  
が得られる。

【0070】次に、図7に示した容量式加速度センサの  
別の製造方法について図9に基づき説明する。図8に示  
した製造方法とは、シリコン基板1Bに対する細溝1B  
a、溝1Bbを形成する工程と、凹部1Bc、溝1Bd  
を形成する工程の順序が逆になっている点異なる。

【0071】即ち、シリコン基板1Bにマスク10Hを  
被着し、異方性エッチング液として濃度約32重量%以  
上の水酸化カリウム水溶液を用いて選択的に異方性エッ  
チングを行い、周縁部が垂直状、底面が平面状、周縁壁  
と底面とが接する端部に傾斜面が形成された断面形状の  
凹部1Bc、溝1Bdを形成し、凹部1Bcの形成面に  
マスク10Hを再被着してガラス基板6とシリコン基板  
1Bの凹部1Bcの形成面とを密着させて陽極接合によ  
り一体化した後、シリコン基板1Bを所定の厚さにラッ  
プオフすることにより図9Qに示したものを得る。

【0072】次に、図9Rに示すごとく、シリコン基板  
1Bの表面に窒化珪素膜からなるマスク10Gを被着  
し、選択的に異方性エッチングを行って細溝1Ba、溝  
1Bbを形成し、図9Sに拡大して示すごとく、先に形  
成した凹部1Bcの傾斜面1Beと細溝1Baとを連通  
させ、隙間Gを形成し、同時に、図9Rに示すごとく、

10

20

30

40

50

先のエッチング工程で形成した溝1Bbと溝1Bdとが連通して空隙ZBを形成する。

【0073】以下、図5に示した実施の形態1と同様な製造工程を経て、固定電極2B、3Bとの対向面の面積比質量を大幅に軽減した質量体4Baを備えた容量式加速度センサを完成する。なお、図9R、図9Sに示すごとく、マスク10Hの残部分がシリコン基板1Bとガラス基板6とに挟まれた位置に存在し、図7に示したものと異なるが、製造工程の差異によるもので性能上の差異はない。

【0074】図9に示した製造方法は、隙間Gを形成するに際して、ガラス基板6との陽極接合後に細溝1Baを形成するので、マスク10Gとして比較的低温で形成可能な窒化珪素膜を形成する。なお、細溝1Baを形成するためのエッチングが最後のウェットエッチングとなるため、形成済の細溝1Baが後工程のエッチング液に暴露されて変形する恐れがなく、処理工程が簡単となる。

【0075】以上のように、実施の形態4としての容量式加速度センサは、質量体4Baにおける固定電極2、3との対向面4Bd、4Beの面積に比較してその質量が小さく、軽量であるので、慣性が比較的小さくて応答性に優れると共に、落下等により受ける衝撃も小さく、破損等のトラブルが生じ難い。

【0076】なお、図7に示した実施の形態4においては、付着防止手段として、ガラス基板7Bの凸部7Bcにおける質量体4Baとの対向面に非鏡面である凹凸面7Bdを形成したので、物理的に密着したまま離れない所謂付着を防止できる効果がある。なお、凹凸面7Bdに窒化珪素膜11等の付着防止膜を形成すれば、相乗効果により、さらに優れた付着防止効果が得られる。

【0077】以上のように、実施の形態1から実施の形態4においては、保護カバーとして、熱膨張係数がシリコン基板1A、1Bとほぼ等しい耐熱性のガラス基板を用いたが、耐熱性のガラス材に限定されるものではなく、シリコン基板1A、1Bに形成された加速度センシング部を機械的に保護すると共に電氣的に絶縁できる材料であればよく、例えば、シリコン基板を用いても、このシリコン基板の表面にシリコン酸化膜等の絶縁膜が形成されていれば、同様な効果が得られる。

【0078】また、実施の形態1から実施の形態4においては、400 $\mu$ m程度の厚さの耐熱性のガラス基板を用いたが、前記ガラス基板の厚さは400 $\mu$ m程度に限定する必要はなく、例えば50 $\mu$ mから1000 $\mu$ mの範囲であってもよい。即ち、前記ガラス基板は、下限50 $\mu$ m以上の厚さであれば、サンドブラストや、シリコン基板との位置合せや陽極接合等の一連の貼り合せ作業工程において良好なハンドリング性が得られ、また、上限1000 $\mu$ m以下の厚さであれば、陽極接合が容易で接合不良等を生じ難いものが得られる。

【0079】また、実施の形態1から実施の形態4においては、加速度センシング部の形成に際して、シリコン基板1A、1Bの異方性エッチングを、水酸化カリウム水溶液をエッチング液として用いたウェットエッチングにより実施したが、シリコン基板1A、1Bの異方性エッチングは、ウェットエッチングに限定されるものではなく、例えば、活性ガスプラズマを用いたドライエッチングであっても、同様な精度の質量体や隙間Gを有するものが得られる。

10 【0080】なお、実施の形態1から実施の形態3においては、質量体4Aaに凸部4Abを形成し、質量体4Aaの断面形状をT字状に形成したが、質量体4Aaの断面形状はT字状に限定されるものではなく、例えば、幅の狭い複数の凸部（図示せず）を形成しても同様な効果が得られる。また、実施の形態4において、質量体4Baには上記凸部に相当するものを形成していないが、質量体4Baにおけるガラス基板6との対向面側の略中央部に凸部（図示せず）を形成し、ガラス基板6との対向面側方向への質量体4Baの変位を規制するストッパーとすることができる。

【0081】

【発明の効果】第1の発明によれば、一対の保護カバーの可動部との対向面の少なくとも一方、若しくは前記可動部の前記一対の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、前記可動部と前記保護カバーとの衝突を緩衝する緩衝材を被着したので、落下衝撃を受けても前記可動部の破損が生じ難い容量式加速度センサが得られる効果がある。

30 【0082】また、第2の発明によれば、可動部における一対の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、該対向面側に突起した凸部を形成したので、前記保護カバーとの対向面側への衝撃力を受けても、前記凸部の先端が前記保護カバーと当接することにより、前記可動部の前記保護カバー方向への変位を規制するストッパーとして働き、簡単な構成で落下衝撃を効果的に低減することができ、結果的に破損の生じ難い容量式加速度センサが得られる効果がある。

40 【0083】また、第3の発明によれば、可動部における一対の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に突起した凸部を形成し、前記一対の保護カバーの少なくとも一方に、前記可動部と前記保護カバーとの衝突を緩衝する緩衝材を被着し、該緩衝材としてアルミニウム層を用いたので、前記可動部が受ける衝撃力を有効に緩和できると共に前記緩衝材が安価で被着容易であり、緩衝効果の優れた容量式加速度センサが安価に得られる効果がある。

50 【0084】また、第4の発明によれば、一対の保護カバーの可動部との対向面の少なくとも一方、若しくは前記可動部の前記一対の保護カバーとの対向面の少なくとも一方に、前記可動部と前記保護カバーとの付着を防止

する付着防止手段を備えたので、前記可動部が前記保護カバーと密着しても離間不能による誤動作の恐れのない高信頼性の容量式加速度センサが得られる効果がある。

【0085】また、第5の発明によれば、付着防止手段として保護カバーの表面に前記保護カバーとは異種材質の膜を被着したので、前記保護カバーの製造工程において、可動部と前記保護カバーとが密着しても化学的に接合する恐れがなく、製造時の不良発生を防止できる容量式加速度センサを安価に得られる効果がある。

【0086】また、第6の発明によれば、付着防止手段として保護カバーの表面を非鏡面に形成したので、可動部が前記保護カバーと密着しても離間不能になる恐れが少ないと共に、前記凹凸は前記保護カバーの製造工程において容易かつ安価に得られるので、高信頼性の容量式加速度センサを安価に得られる効果がある。

【0087】また、第7の発明によれば、一对の固定電極間に配設された可動部における前記固定電極との対向面を除いて少なくとも一部がくり抜かれた凹部を有するので、前記可動部における固定電極との対向面の面積比質量を大幅に軽減でき、慣性が極めて小さく、応答性が優れると共に、落下衝撃にも破損が生じ難い容量式加速度センサが得られる効果がある。

【0088】また、第8の発明によれば、一对の保護カバーをガラス基板により、一对の固定電極及び可動部をシリコン基板にて形成し、前記一对のガラス基板と前記シリコン基板とを陽極接合したので、センシング部の密閉保護に優れた高信頼性の容量式加速度センサが得られる効果がある。

【0089】また、第9の発明によれば、ガラス基板と一体化される前のシリコン基板に対して選択的に異方性エッチングを行い、一对の固定電極と可動部を分離する細溝を形成するようにしたので、該細溝を形成するマスクとして、ガラス基板と一体化後では不可能な高温処理を要する二酸化珪素膜をガラス基板の主面に被着でき、極めて良好なハイアスペクト比の細溝を形成できるので、一对の固定電極と前記可動部との対向面の隙間が小さくかつ寸法精度が良好で、応答性が極めて優れた容量式加速度センサを製造できる方法が得られる効果がある。

【0090】また、第10の発明によれば、一对の固定電極と可動部を含む可動電極とをシリコン基板の主面に形成すべく、前記シリコン基板の結晶方位が(110)である一方の主面に対して結晶方位が(111)の面に沿って選択的に異方性エッチングを行って所定深さの凹

部を形成するに際し、濃度32重量%以上の水酸化カリウム水溶液を用いてウエットエッチングを行い、前記凹部の周縁の側壁に傾斜面を形成し、前工程若しくは後工程で、前記シリコン基板の他方の主面に対して形成した細溝と前記傾斜面とを連通させて前記一对の固定電極と前記可動部とを分離形成したので、一对の固定電極と前記可動部との対向面の隙間が小さくかつ寸法精度が良好であると共に、該可動部における一对の固定電極のそれぞれとの対向面の面積比質量を軽減でき、慣性が比較的小さく、応答性が優れると共に、落下衝撃により破損が生じ難い容量式加速度センサを容易に製造できる方法が得られる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1としての容量式加速度センサの断面を示す模式図である。

【図2】 図1に示した容量式加速度センサにおけるガラス基板の製造方法の説明用模式図である。

【図3】 図1に示した容量式加速度センサの製造方法の説明用模式図である。

【図4】 この発明の実施の形態2としての容量式加速度センサの断面を示す模式図である。

【図5】 図4に示した容量式加速度センサの製造方法の説明用模式図である。

【図6】 この発明の実施の形態3としての容量式加速度センサの断面を示す模式図である。

【図7】 この発明の実施の形態4としての容量式加速度センサの断面を示す模式図である。

【図8】 図7に示した容量式加速度センサの製造方法の説明用模式図である。

【図9】 図7に示した容量式加速度センサの別の製造方法の説明用模式図である。

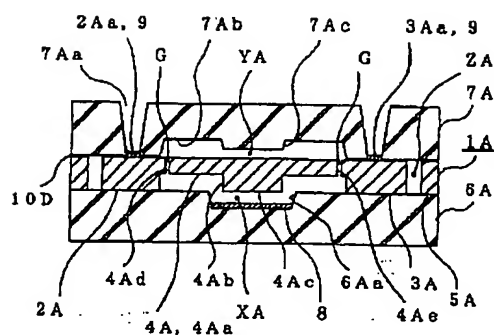
【図10】 従来の容量式加速度センサの平面図である。

【図11】 図10に示した従来の容量式加速度センサの断面を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

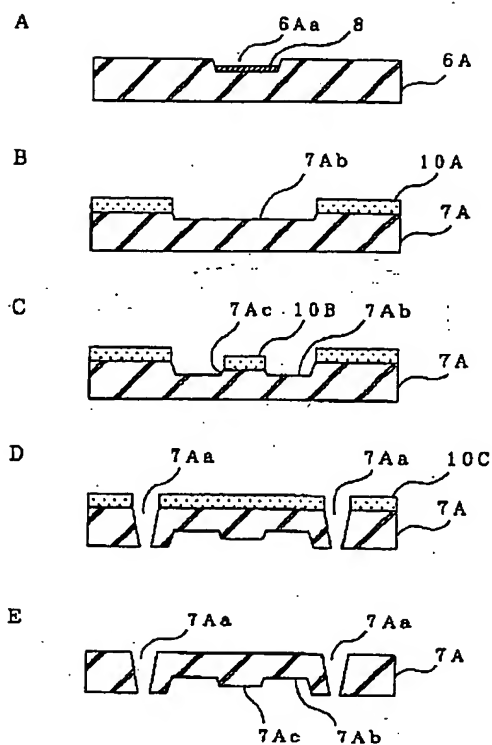
1A、1B シリコン基板、1Aa、1Ba 細溝、1Ac、1Bc 凹部、1Be 傾斜面、2A、2B、3A、3B 固定電極、4A、4B 可動電極、4Aa、4Ba 可動部、4Ab 凸部、4Bb 凹部、5A、5B 外枠、6、6A、7A、7B ガラス基板、7Ac、7Bc 凸部、7Bd 凹凸面、8アルミニウム層、8A 金/クロム層、11 窒化珪素膜

【図1】

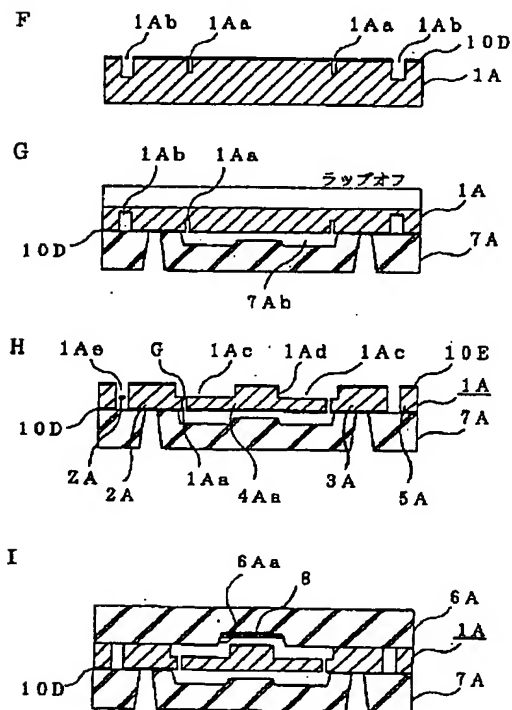


- 1A: シリコン基板  
 2A, 3A: 固定電極  
 2Aa, 3Aa: 固定電極端子部  
 4A: 可動電極  
 4Aa: 質量体  
 4Ab: 凸部
- 5A: 外枠  
 6A, 7A: ガラス基板  
 7Ac: 凸部  
 8: アルミニウム層

【図2】

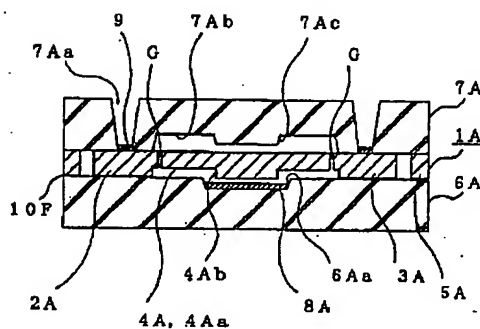


【図3】



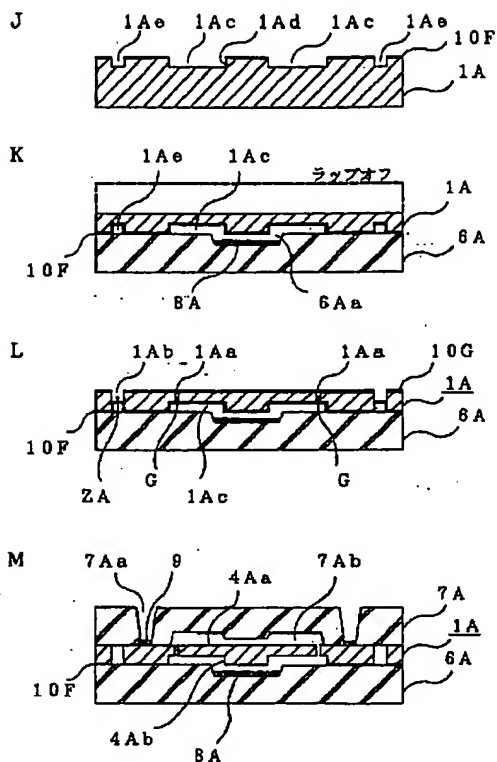
- 1Aa: 細溝  
 1Ab, 1Ac: 溝  
 1Ac: 凹部
- 10D: マスク (二酸化珪素膜)  
 10E: マスク (窒化珪素膜)

【図4】



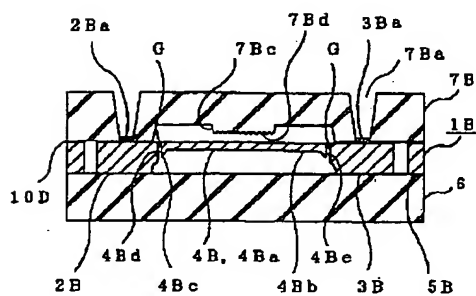
- 8A: 金/クロム層

【図5】



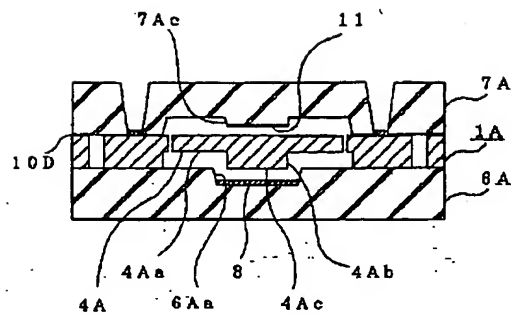
10F:マスク(二酸化珪素膜)  
10G:マスク(窒化珪素膜)

【図7】

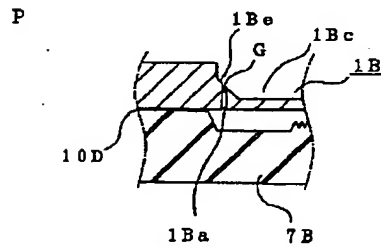
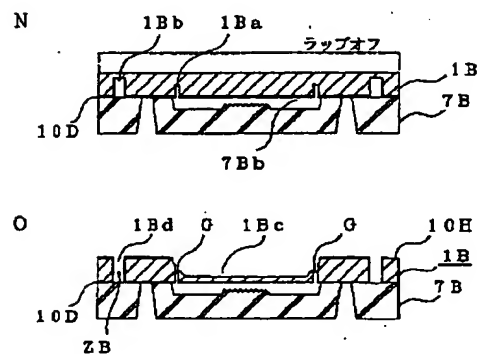


1B:シリコン基板  
2B、3B:固定電極  
2Ba、3Ba:固定電極端子部  
4B:可動電極  
4Ba:質量体  
4Bb:凹部  
5B:外枠  
6、7B:ガラス基板  
7Bc:凸部  
7Bd:凹凸面

【図6】

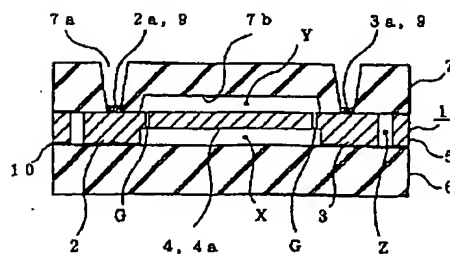


【図8】

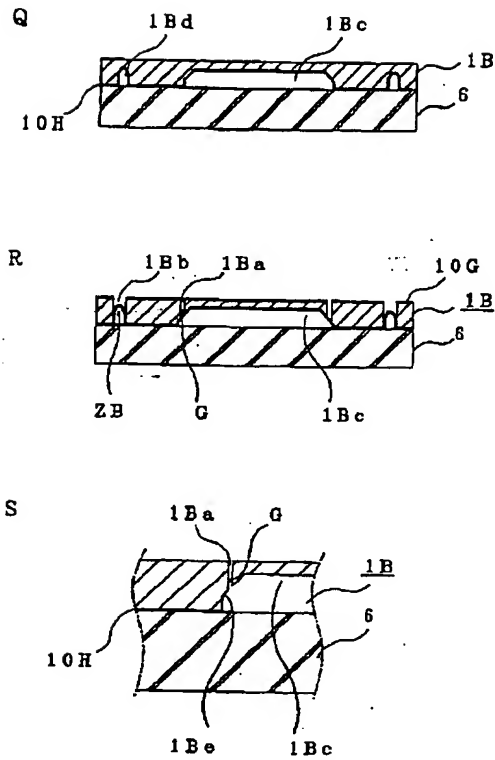


1Ba:細溝  
1Bb、1Bd:溝  
1Bc:凹部  
1Be:傾斜面

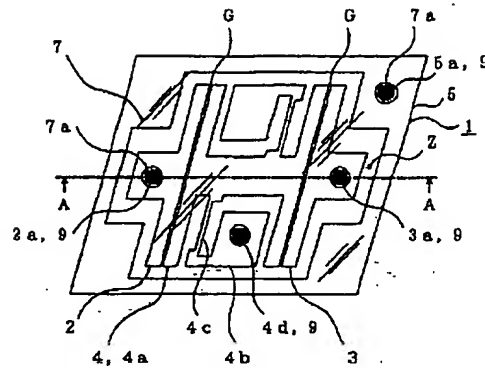
【図11】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 深浦 輝也  
 福岡県福岡市西区今宿東一丁目1番1号  
 福菱セミコンエンジニアリング株式会社内  
 (72)発明者 中村 邦宏  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

Fターム(参考) 4M112 AA02 BA07 CA24 CA25 CA26  
 CA34 CA36 DA04 DA05 DA08  
 DA18 DA20 EA03 EA06 EA07  
 EA13 FA07 GA01  
 5F043 AA02 BB02 CC05 FF01 GG04